

MODIFIKASI STRUKTUR RANGKA BETON BERTULANG  
GEDUNG RUSUNAWA MAHASISWA UNAIR SURABAYA  
MENGUNAKAN PELAT PRACETAK

TUGAS AKHIR



Disusun oleh :

FATHUL MUJIB RUSDI  
09 5301 0007

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
2013

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

MODIFIKASI STRUKTUR RANGKA BETON BERTULANG  
GEDUNG RUSUNAWA MAHASISWA UNAIR SURABAYA  
MENGUNAKAN PELAT PRACETAK

Disusun oleh :

FATHUL MUJIB RUSDI  
09 5301 0007

Telah diuji, dipertahankan dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir  
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Pembimbing :

1. PEMBIMBING UTAMA

Tim Penguji :

1. PENGUJI I

Ir. I Made D. Astawa, MT.  
NIP.19530919 198601 1 00 1

Sumaidi, ST.  
NPT. 3 7909 05 0204 1

2. PEMBIMBING PENDAMPING

2. PENGUJI II

Ir. Wahyu Kartini, MT.  
NPT. 3 6304 94 0031 1

Ir. Ali Arifin, MT.

3. PENGUJI III

Aniendhita RA., ST., MT.

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Ir. Naniek Ratni Juliardi AR., M.Kes.  
NIP. 19590729 198603 2 00 1

## KATA PENGANTAR

Dengan segenap puja dan puji syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul ‘Modifikasi Struktur Rangka Beton Bertulang Gedung Rusunawa Mahasiswa UNAIR Surabaya Menggunakan Pelat Pracetak’, yang merupakan suatu syarat bagi mahasiswa untuk memperoleh gelar Sarjana (S1).

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis berusaha semaksimal mungkin menerapkan ilmu yang penulis dapatkan di bangku perkuliahan dan buku-buku literatur yang sesuai dengan judul Tugas Akhir ini. Disamping itu penulis juga menerapkan petunjuk-petunjuk yang diberikan oleh dosen pembimbing dan dosen penguji. Namun sebagai manusia biasa dengan keterbatasan yang ada, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu segala saran dan kritik yang bersifat membangun dari setiap pembaca akan penulis terima demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Dengan tersusunya Tugas Akhir ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada semua pihak yang telah memberikan arahan, bimbingan, dukungan, semangat serta berbagai macam bantuan baik berupa moral maupun spiritual, terutama kepada :

1. Ibu Ir. Naniek Ratni Juliardi AR.,M.Kes. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

2. Bapak Ibnu Sholichin, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ir. Made Dharma Astawa, MT. selaku Dosen pembimbing utama Tugas Akhir yang telah berkenan memberikan bimbingan, waktu dan dorongan moral selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Ir. Wahyu Kartini, MT. selaku Dosen pembimbing pendamping Tugas Akhir yang juga telah berkenan memberikan bimbingan, waktu dan dorongan moral selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Segenap Dosen dan Staf Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
6. Para Tim Dosen penguji yang telah membantu serta memberikan arahan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lebih baik.
7. Seluruh keluarga besar penulis khususnya Ayahanda Moch. Fadil, S. Pd., Ibunda Hartatik, S. Pd. dan Achmad J. Rusdi yang telah banyak memberikan dukungan lahir, batin, materil serta moral sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan penuh semangat.
8. Para Sahabat khususnya Safitri, Sartika Sari Agustin, Afif Z. Taqwa, Islahul Baqo Karyadi, Aji Wibowo, H. Mohammad Irsyad, Ardika Syefridiatha, Imam Tohari dan teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

9. Segenap keluarga besar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Surabaya, Jum’at 13 Desember 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
BAB I    PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Lokasi Gedung.....	3
BAB II    TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Definisi.....	4
2.2 Pembebanan.....	6
2.3 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.....	8
2.4 Half Slab Precast.....	9
2.4.1 Pembebanan yang Bekerja pada Pelat.....	9
2.4.2 Tahapan Perencanaan Pelat.....	11
2.4.3 Tahapan Pelaksanaan Pelat.....	16
2.5 Hubungan Balok-Kolom.....	28
BAB III    METODOLOGI.....	30
3.1 Umum.....	30

3.2 Pengumpulan Data.....	30
3.3 Metode Perencanaan.....	31
3.3.1 Pembebanan.....	31
3.3.2 Half Slab Precast.....	32
3.4 Tahap-Tahap Pekerjaan.....	42
3.5 Diagram Alur.....	43
<b>BAB IV PERHITUNGAN.....</b>	<b>45</b>
4.1 Half Slab Precast.....	45
4.1.1 Perencanaan Dimensi Pelat.....	45
4.1.2 Pembebanan Half Slab Precast.....	50
4.1.3 Perhitungan dan Analisa Struktur.....	51
4.2 Pembebanan.....	79
4.2.1 Perhitungan Beban pada Portal.....	80
4.2.2 Pembebanan Gempa.....	94
4.3 Penulangan Balok.....	107
4.3.1 Balok B1.....	107
4.3.2 Balok B2.....	122
4.4 Penulangan Kolom .....	137
4.4.1 Penulangan Lentur.....	137
4.4.2 Penulangan Geser.....	140
4.4.3 Konsep Stong Column Weak Beam.....	140
4.5 Hubungan Balok-Kolom.....	144
4.5.1 Perencanaan Hubungan Balok-Kolom Interior.....	144
4.5.2 Perencanaan Hubungan Balok-Kolom Exterior.....	148

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	153
---------------------------------	-----

5.1 Kesimpulan.....	153
---------------------	-----

5.2 Saran .....	155
-----------------	-----

## DAFTAR PUSTAKA



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Impact Factor Untuk Beton Pracetak.....	10
Tabel 2.1 Perbandingan Kuat Tekan Beton pada Berbagai Umur untuk Beda Uji Silinder yang Dirawat di Labolatorium .....	14
Table 4.1 Kebutuhan Luas Tulangan Pelat (As) Dalam Perencanaan Half Slab Precast .....	74
Tabel 4.2 Tributary Pelat Atap.....	85
Tabel 4.3 Tributary Pelat Lantai.....	93
Tabel 4.4 Periode Alami Struktur dengan Aplikasi ETABS.....	97
Tabel 4.5 Distribusi Beban Gempa Dengan $V = 3013.26 \text{ KN}$ .....	100
Tabel 4.6 Tabel Perhitungan Eksentrisitas Rencana $e_d$ Pada Arah x.....	102
Tabel 4.7 Tabel Perhitungan Eksentrisitas Rencana $e_d$ Pada Arah y.....	102
Tabel 4.8 Tabel Perhitungan Eksentrisitas Rencana $e_d$ Pada Arah x.....	103
Tabel 4.9 Tabel Perhitungan Eksentrisitas Rencana $e_d$ Pada Arah y.....	103
Tabel 4.10 Tabel Analisa s terhadap arah x.....	105
Tabel 4.11 Tabel Analisa s Terhadap Arah y.....	105
Tabel 4.12 Tabel Analisa m Terhadap Arah x.....	106
Tabel 4.13 Tabel Analisa m Terhadap Arah y.....	106
Tabel 4.14 Tabel Perhitungan Penulangan Lentur, Geser dan Torsi Balok..	136

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Gedung Rusunawa Mahasiswa UNAIR Surabaya ....	3
Gambar 2.1 Model Pengangkatan Pelat dengan Empat Titik Angkat .....	13
Gambar 2.2 Model Pengangkatan Pelat dengan Delapan Titik Angkat ....	13
Gambar 2.3 Pembesian pada Precast Slab.....	18
Gambar 2.4 Pengecoran pada Precast Slab.....	21
Gambar 2.5 Penyimpanan Precast Slab.....	22
Gambar 2.6 Mobile Crane.....	24
Gambar 2.7 Proses Pemasangan Precast Slab.....	24
Gambar 2.8 Pembesian Pelat Tooping.....	26
Gambar 2.9 Hubungan Balok-kolom.....	29
Gambar 3.1 Model Pengangkatan Pelat dengan Delapan Titik Angkat ....	36
Gambar 3.2 Detail Looped Strand .....	37
Gambar 3.3 Looped Strand Delapan Titik Angkat.....	37
Gambar 3.4 Diagram Alur Pelat Pracetak.....	43
Gambar 3.5 Diagram Alur Hubungan Balok-Kolom.....	44
Gambar 4.1 Denah Pelat.....	45
Gambar 4.2 Lebar Efektif Flen Balok Tengah.....	46
Gambar 4.3 Lebar Efektif Flen Balok Tengah.....	48
Gambar 4.4 Dimensi Pelat Pracetak.....	51
Gambar 4.5 Dimensi Pelat Pracetak Saat Pengangkatan.....	52
Gambar 4.6 Jarak Titik Angkat Pelat dan Pembaginya.....	61
Gambar 4.7 Dimensi Pelat.....	75
Gambar 4.8 Denah Tributary Pelat Atap.....	80

Gambar 4.9 Denah Tributary Pelat Lantai.....	86
Gambar 4.10 Peta Wilayah Gempa.....	96
Gambar 4.11 Periode Alami Struktur dengan Aplikasi ETABS.....	98
Gambar 4.12 Respon Spektrum Gempa Rencana.....	99
Gambar 4.13 Penyaluran Gaya Gempa pada Portal.....	101
Gambar 4.14 Reaksi Perletakan dan Momen Maksimum pada Balok B1....	113
Gambar 4.15 Reaksi Perletakan Minimum dan Momen pada Balok B1.....	115
Gambar 4.16 Detail Portal Balok B1.....	120
Gambar 4.17 Momen Balok B1 Saat Pemasangan Pelat.....	121
Gambar 4.18 Reaksi Perletakan dan Momen Maksimum pada Balok B2....	128
Gambar 4.19 Reaksi Perletakan dan Momen Maksimum Balok Balkon....	130
Gambar 4.20 Detail Portal Balok B2.....	135
Gambar 4.21 Momen Balok B2 Saat Pemasangan Pelat.....	135
Gambar 4.22 Diagram Interaksi F400-35-0,8-4.....	138
Gambar 4.23 Tulangan Kolom Menggunakan Aplikasi spColumn.....	139
Gambar 4.24 Kuat Rencana Diagram Interaksi.....	143
Gambar 4.25 Tipe Joint Dalam Struktur Rangka Interior.....	144
Gambar 4.26 Detail Hubungan Balok-Kolom Interior.....	148
Gambar 4.27 Tipe Joint Dalam Struktur Rangka Exterior.....	148
Gambar 4.28 Detail Hubungan Balok-Kolom Exterior.....	152

# MODIFIKASI STRUKTUR RANGKA BETON BERTULANG GEDUNG RUSUNAWA MAHASISWA UNAIR SURABAYA MENGUNAKAN PELAT PRACETAK

Oleh :

FATHUL MUJIB RUSDI

09 5301 0007

## ABSTRAK

Beton pracetak adalah komponen beton yang tidak dicor dilokasi, pengecoran atau pembuatan beton pracetak biasanya dilakukan di pabrik. Kelebihan beton pracetak adalah lebih efektif untuk kawasan yang padat bangunan dibanding dengan struktur cast in place. Dalam pelaksanaannya beton pracetak dibagi menjadi 3 (tiga) tahapan, yaitu tahap pembuatan, tahap pengangkatan dan tahap pemasangan.

Rumah Susun Sederhana Sewa Universitas Airlangga Surabaya yang dibangun lima lantai, nantinya akan dimodifikasi menjadi enam lantai dan menggunakan pelat pracetak yang direncanakan menggunakan metode half slab precast, karena dimensi dan bentang bangunan yang ada sesuai dengan metode pelat pracetak ini.

Data-data yang telah diperoleh nantinya akan digunakan untuk perencanaan modifikasi gedung tersebut menggunakan sistem half slab precast, diantaranya perhitungan pembebanan pelat saat pengangkatan, pemasangan, tooping dan komposit, serta perhitungan penulangan pelat, kontrol tegangan, sambungan elemen half slab precast dengan tooping. Hubungan balok-kolom juga akan diperhitungkan sesuai SRPMK. Program SAP 2000 dan ETABS akan digunakan untuk menganalisa struktur yang akan direncanakan sedangkan perhitungan struktur seluruhnya berdasarkan peraturan standar yang berlaku terutama SNI 03 – 2847 – 2002.

Setelah dilakukannya perencanaan ulang dari bangunan tersebut, diperoleh tebal total pelat 12 cm dengan 7 cm tebal half slab precast dan 5 cm tebal pelat tooping. Tulangan half slab precast Ø10-150 untuk masing-masing tulangan arah x dengan  $A_s = 523 \text{ mm}^2$  dan Ø10-200 untuk masing-masing tulangan arah y dengan  $A_s = 392,7 \text{ mm}^2$ . Pelat tooping menggunakan tulangan Ø8-200 dan titik angkat yang digunakan berjumlah delapan buah dengan tulangan Ø10. Sedangkan untuk balok B1 20/43 digunakan tulangan 4D19 dan 2D19 untuk tumpuan, 4D19 dan 2D19 untuk lapangan dan Ø10-150 untuk tulangan geser serta 2D19 untuk tulangan torsi di sisi kiri dan kanan balok. Balok B2 25/43 digunakan tulangan 6D22 dan 3D22 untuk tumpuan, 5D22 dan 3D22 untuk lapangan dan Ø10-100 untuk tulangan geser serta 2D19 untuk tulangan torsi di sisi kiri dan kanan balok. Kolom menggunakan tulangan 16D22 dengan sengkang Ø12-100. Tulangan geser pada Hubungan Balok Kolom digunakan 4Ø12-75.

Kata kunci: half slab precast, tooping, balok, kolom, HBK.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Gedung Rumah Susun Sederhana Sewa (RUSUNAWA) Mahasiswa Universitas Airlangga Surabaya adalah gedung yang memiliki panjang 59,7 m, lebar 16,8 m dan tinggi 17,7 m. Berfungsi untuk tempat tinggal mahasiswa dan memiliki lima lantai yang dibangun menggunakan cara cor ditempat (cast in place) pada pekerjaan balok, kolom dan pelat. Dalam tugas akhir ini penulis akan membuat perencanaan struktur dengan objek gedung tersebut dan dimodifikasi menjadi enam lantai dengan daerah zona gempa kuat menggunakan pelat pracetak.

Beton pracetak adalah beton (elemen struktur) yang dibuat di pabrik kemudian dipasang di lapangan. Hal tersebut dilakukan karena beton pracetak lebih efektif dan hemat biaya karena waktu pengerjaan yang lebih singkat. Salah satu elemen struktur yang biasanya diganti menggunakan beton pracetak adalah pelat lantai maupun atap. Dari beberapa jenis pelat pracetak yang ada, half slab precast yaitu metode penggabungan antara beton pracetak dan cor di tempat, adalah metode yang paling sesuai pada gedung tersebut. Hal ini didasarkan dari kebutuhan bentang serta ketebalan pelat yang nantinya akan digunakan.

Perencanaan half slab precast berbeda dengan perencanaan pelat dengan sistem cor ditempat. Selain merencanakan dimensi dan tulangan yang diperlukan, perlu adanya perencanaan saat pengangkatan, pemasangan, tooping dan komposit.

Setelah merencanakan pelat pracetak tersebut, perlu pula direncanakan hubungan balok kolom mengingat gedung tersebut berada di daerah zona gempa kuat.

## 1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, maka timbul permasalahan tentang bagaimana merencanakan struktur gedung dengan menggunakan beton pracetak. Dalam hal ini meliputi:

1. Bagaimana merencanakan struktur pelat pracetak menggunakan metode half slab precast.
2. Bagaimana merencanakan pembebanannya saat pengangkatan, pemasangan, tooping dan komposit.
3. Bagaimana mendesain hubungan balok kolom beton bertulang yang mampu menahan gaya gempa lateral dan gaya gravitasi yang bekerja pada gedung jika menggunakan pelat pracetak.

## 1.3 Maksud dan Tujuan

1. Mengetahui cara merencanakan struktur pelat pracetak menggunakan metode half slab precast.
2. Mengetahui cara merencanakan pembebanan saat pengangkatan, pemasangan, tooping dan komposit.
3. Mengetahui cara mendesain hubungan balok kolom beton bertulang yang mampu menahan gaya gempa lateral dan gaya gravitasi yang bekerja pada gedung jika menggunakan pelat pracetak.

#### 1.4 Batasan Masalah

1. Perencanaan ini tidak meninjau analisa biaya dan manajemen konstruksi dalam menyelesaikan pekerjaan proyek serta segi arsitekturalnya.
2. Tidak merencanakan pondasi, tangga dan penutup atap.
3. Jenis pracetak yang digunakan dalam perencanaan pelat adalah half slab precast.

#### 1.5 Lokasi Gedung

Lokasi gedung : Jl. Kampus Unair Surabaya



Gambar 1.1 Lokasi Gedung Rusunawa Mahasiswa Universitas Airlangga Surabaya